

УДК. 556.555.8(574)

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО АГРОЛАНДШАФТА**

Докт.техн.наук	Ж.С. Мустафаев
Канд.техн.наук	С.Умырзаков
Канд.техн.наук	А.Сагаев
Канд.техн.наук	А.Т.Козыкеева
	Н.Х.Ахметов
	К.Ж.Мустафаев

*В данной работе приведены методологические основы формирования экологически устойчивого агроландшафта в системе природопользования и природообустройства, обеспечивающие сбалансированное использование природных ресурсов.*

Экологическая устойчивость агроландшафта означает динамическое равновесие течения природных процессов и искусственно измененных условий, путем создания природно-технических комплексов, через которые человек воздействует на природу. Экологические особенности агроландшафта определяются возможными проявлениями многочисленных явлений, вызванных воздействием антропогенных факторов. В результате, при искусственном изменении природных условий на мелиорируемой и прилегающей к ней территории и акватории, резко меняются объемы и скорости процессов энерго- и массообмена. Именно поэтому в бассейнах рек, где проходят широкомасштабные мелиорации сельскохозяйственных земель, наблюдается подтопление орошаемых и прилегающих земель, их вторичное засоление, деградация почв, загрязнение подземных и поверхностных вод и многие другие негативные процессы.

И так, интерес к проблеме возможного экологического кризиса в глобальном, региональном и локальном масштабах не является случайным и свидетельствует о неправильном, в каких-то звеньях, антропогенном вмешательстве в природные процессы и явления. В связи с этим, неизбежно возникают ряд вопросов: что считать правильным преобразованием природной системы, готова ли наука о Земле прогнозировать последствия антропогенного воздействия на окружающую

среду, какие факторы могут ограничивать масштабы преобразования. Так как наука о преобразовании природы – это, в первую очередь, познание природы неизвестных или неизученных явлений, практические последствия которых могут проявиться неожиданным образом.

Для их предотвращения в системе природопользования и природообустройства мелиорации сельскохозяйственных земель необходима система мер, обоснование которых требует учета закономерностей природных процессов, их зональных и ритмических особенностей, а также определения допустимых отклонений параметров этих процессов от динамически равновесного состояния на всех уровнях ландшафтной иерархии, то есть критерии устойчивости природных систем. Этот критерий не только должен учитывать в отдельности изменения гидрохимического режима поверхностных и подземных вод, степень или интенсивность засоления почв, снижение качества сельскохозяйственной продукции и истощение ресурсов водного источника, но и в целом отражать результаты антропогенной деятельности природной системы. В связи с этим, выбор критерия устойчивости экосистемы в условиях антропогенной деятельности может быть реализован на основе знаний энергетических законов природных систем и функционировании природных процессов.

Поэтому, в современной концепции рационального природопользования цели мелиорации должны определяться не только потребностью сельскохозяйственного производства в повышении его устойчивости и защищенности от воздействия неблагоприятных природных факторов, но и необходимостью сохранения динамического равновесия ландшафта в условиях интенсивной антропогенной деятельности человека.

Таким образом, экологическую устойчивость природных систем необходимо рассматривать как динамическое равновесие течения природных процессов, установившееся за длительный период геологического развития. При этом, природно-техническую систему (агрорландшафт) можно считать устойчивой в природопользовании и природообустройстве с целью мелиорации сельскохозяйственных земель, формирование и функционирование которых возможно только в результате комплексного использования природных ресурсов, до тех пор, пока ее изменения не вызовут необратимые нарушения структуры строения и присущие ей циклические (ритмические) движения потоков веществ в большом и малом круговоротах.

Закономерность функционирования живых организмов и интенсивность их адаптации в новых деятельностно-природных системах (ДПО) показывают, что благоприятная устойчивость экосистемы может существовать при отклонении не более 10-20 % от естественного ритмического динамического равновесия природных систем /1/. И не только учет, но и разработка, на основе этих прогнозов, концепции экологизации природно-технических систем представляется не только довольно совершенным механизмом в охране окружающей среды, но и будет

содействовать решению всего комплекса проблем в системе природопользования.

Основные компоненты, обеспечивающие экологическое равновесие природной системы, - это вода, почва, растения, животные и воздух. Компоненты природной системы влияют на его устойчивость не в одинаковой степени. Для оценки этого влияния необходимо знать не только их внутренние свойства, но и качественное состояние. При их совместном действии в природной системе, они могут улучшать многие показатели функционирования ландшафта, регулировать биологические, физико-химические, гидрологические, атмосферные процессы, поглощать и разлагать вредные для него вещества, способствовать накоплению полезных элементов и активно участвовать в обеспечении устойчивости природных компонентов в пределах определенного географического региона. Так как, в зависимости от интенсивности энерго- и масса обмена, которые зависят от структуры и функционирования биогидрохимической системы планеты Земля, эволюционно развивающиеся процессы определенными соотношениями количественного и качественного состава компонентов, формируют ландшафтно-географические зоны. Функционирование отдельных структур и всей системы планеты Земля определяется большим геологическим и малым биологическим круговоротом воды и химических веществ в системе «атмосфера - поверхностные воды - растения - почва - подземные воды».

Почва, находясь в контакте трех сред: атмосферы, литосферы и гидросферы, является средой наиболее активных процессов, а водная среда - источником наиболее оперативной информации /4/. При этом уровень взаимодействия и взаимосвязи компонентов природной системы «почва - растения - животные - воздух» определяется интенсивностью поступления тепла и влаги.

Решение частных экологических проблем, например, разрушение устойчивости ландшафта в результате исчезновения отдельных компонентов природной системы, или отдельных видов животного и растительного мира, деградация почв и загрязнение атмосферного воздуха в масштабах небольшого региона, не вызовет больших необратимых процессов и их интенсивность при сохранении динамического равновесия состояния водных ресурсов природной среды, может находиться в пределах его циклического уровня отклонения. Если, в связи с широким развитием использования водных ресурсов не только происходит истощение ресурсов водных источников и ухудшается их качество, то интенсивность необратимых процессов в природных системах в несколько раз увеличивается, а их количественная характеристика во многом зависит от значимости этих компонентов природной системы для их надежного функционирования. С увеличением числа компонентов природной среды подвергавшихся качественному и количественному изменению в результате антропогенной деятельности, скорость

прохождения необратимых процессов в природных системах увеличивается пропорционально их числу, поэтому возникает необходимость в разработке методологических принципов оценки устойчивости природно-технических систем на основе законов Природы.

В связи с этим неизбежно возникает ряд вопросов: значимость отдельных компонентов природной системы в обеспечении их экологической устойчивости и значения ее саморегулируемости в условиях антропогенной деятельности человека. В.И. Вернадский считал, что самой могучей геологической силой земной поверхности являются живые организмы [2]. Почвы обладают наивысшей геохимической энергией живого вещества. Все эволюционные процессы, в том числе в системе «вода - порода - соли», возможны только с участием живого вещества биосферы. Однако взаимодействие их происходит благодаря геологическому круговороту воды в природной системе. По этому уровню значимости воды в сравнении с почвой, для жизнедеятельности в системе «почва - растения - животные», при оценке экологической устойчивости в сравнении с другими компонентами природной системы очень высок.

Современный этап взаимодействия общества и природы диктует необходимость внедрения новых экологических критериев инженерно-технической и производительной оценки деятельности человечества в системе природопользования и природообустройства. При таком тезисе, человеческую деятельность в системе природопользования следует полностью подчинить закону экологии Б. Коммонера «природа знает лучше», поскольку любое антропогенное нарушение динамического равновесия в природных системах не исключает возможности глобального экологического кризиса. По этому возникает необходимость в методологическом обосновании выбора и критериев экологической устойчивости природных систем в условиях антропогенной деятельности.

В этом случае коэффициент использования водных ресурсов выражается соотношением:

$$КИВР = \frac{Q_i}{Q_o},$$

а коэффициент загрязненности водных ресурсов:

$$КЗВР = \frac{C_a}{C_e},$$

где:  $Q_i$  - объем использованных водных ресурсов на хозяйственные нужды, км<sup>3</sup>;  $Q_o$  - объем располагаемых средне многолетних стоков реки, км<sup>3</sup>;  $C_e$  - минерализация речных вод в естественных

условиях, г/л;  $C_a$  - минерализация речных вод в условиях антропогенной деятельности, г/л.

Коэффициент использования земельных ресурсов определяется соотношением:

$$КИЗР = \frac{F_i}{F},$$

а коэффициент ухудшения мелиоративного состояния сельскохозяйственных земель оценивается по формуле:

$$КМСЗ = \frac{F_f}{F_i},$$

где:  $F$  - располагаемая площадь сельскохозяйственных земель, га;  $F_i$  - площадь орошаемых и богарных земель, га;  $F_f$  - площадь засоленных и заболоченных земель, га.

Любое антропогенное преобразование начинается с изменения природной экосистемы, но степень преобразования разная: в одном случае происходит замена ее окультуренным или культурным агроландшафтом, без разрушения системно-организационных связей, то есть замена луга или пашни сельскохозяйственными культурами; в другом наблюдается полное разрушение природной экосистемы, ее организующих связей, с образованиями процесса опустынивания. Так как, широкий набор дикорастущих трав значительно меньше реагирует на изменения природных условий, чем сообщество, состоящее из малого числа видов. Используя в качестве коэффициента видовое разнообразие сообществ, можно оценить относительное изменение растительных сообществ в зависимости от числа видов растений:

$$КВРС = \frac{N_i}{N} \quad \text{и} \quad КВРК = \frac{N_k}{N},$$

где:  $N$  - общая численность растительных сообществ природных систем;  $N_i$  - численность растительных сообществ природных систем в условиях антропогенной деятельности;  $N_k$  - численность растительного сообщества в агроколандшафтах.

Освоение под пашни и сенокосы безлесных территорий заметно сказалось не только на флоре, но и на фауне. Распаханность земель в безлесных районах в XVIII-XIX веках не была сплошной, что более характерно для XX века. Это привело к расчленению биотопов, созданию неприемлемых для крупных млекопитающих экологических условий, что повлекло за собой исчезновение многих видов животных и частичную миграцию их в другие районы. Процесс антропогенного из-

менения биотопов природных систем оценивается с помощью коэффициента видового разнообразия животных мир:

$$КРЖМ = \frac{M_i}{M} \quad \text{и} \quad КРЖМА = \frac{M_a}{M},$$

где:  $M$  - численность видов животных в сообществе;  $M_i$  - численность видов животных в природных системах;  $M_a$  - численность видов животных в природных системах после природообустройства.

Соотношение загрязняющих атмосферу выбросов, поступающих от антропогенных и природных источников, изменяется по видам загрязнений. Для оценки уровня загрязнения атмосферы можно использовать коэффициент загрязнения атмосферного воздуха:

$$КЗАВ = \frac{F_{зг}}{F} \quad \text{и} \quad КЗАВД = \frac{F_d}{F},$$

где:  $F$  - площадь территории региона, га;  $F_{зг}$  - площадь загрязнения территории химическими веществами, га;  $F_d$  - площадь зараженными дефолиантами, га.

Оценку степени экологической устойчивости агроэколандшафта можно проводить различными способами /5, 6/. Здесь рассматривается метод определения коэффициента экологической устойчивости (КЭУАЭЛ) с использованием качественных и количественных показателей компонентов природной системы. При этом принцип оценки экологической устойчивости агроэколандшафта, основан на сопоставлении площадей, объемов и видов компонентов ландшафта с учетом положительного и отрицательного воздействия их на природную среду.

В этом случае коэффициент экологической устойчивости природной системы выражается по следующей формуле:

$$\begin{aligned} КЭУАЭС = & K_o \ln(K_o КИВР + K_o КЗВР) + K_z \ln(K_o КИЗР + K_o КМСЗ) + \\ & + K_p \ln(K_o КВРС + K_o КВРК) + K_{ж} \ln(K_o КРЖМ + K_o КРЖМА) + \\ & + K_{so} \ln(K_o КЗАВ + K_o КЗАВД), \end{aligned}$$

где:  $K_o$ ,  $K_z$ ,  $K_p$ ,  $K_{ж}$ ,  $K_o$ ,  $K_{so}$  - коэффициенты значимости компонентов природной среды, то есть соответственно водных и земельных ресурсов, растительного и животного мира, атмосферного воздуха;  $K_o$  - коэффициент использования природных ресурсов;  $K_o$  - коэффициент воздействия природной системы.

На основе исследований и обобщений фондовых материалов, характеризующих социальные, природные, водохозяйственные, экономические и экологические условия в разрезе агроклиматических зон Казахстана /5/ и бассейна реки Сырдарья /6/ за период 1915-1995 годы, установлены значимости компонентов природной системы (таблица ).

Таблица

**Коэффициенты значимости и использования компонентов природных систем в условиях антропогенной деятельности**

№ п/п	Компоненты природной системы	Коэффициент значимости компонентов природных систем	Коэффициент использования природных ресурсов	Коэффициент воздействия природной системы
1.	Водные ресурсы: - по уровню их использования - по уровню их загрязненности	0,50	0,30	0,70
2.	Земельные ресурсы: - по уровню их использования; - по уровню засоления почвы	0,30	0,20	0,80
3.	Растительный мир: - число видов растений в сообществе; - число видов растений в севообороте	0,10	0,40	0,60
4.	Животный мир: - число видов животных в сообществе; - число видов животных после природообустройства	0,10	0,40	0,60
5.	Воздушный среды: - площадь зараженные химическими веществами; - площадь зараженными дефолиантами	0,10	0,30	0,70

Минимальное значение коэффициента экологической устойчивости природной системы  $KЭУАЭС = 0$  соответствует сохранности или устойчивости экологических систем в первозданном природном состоянии, а при  $KЭУАЭС = 1$  экологической деградации экологических систем.

Таким образом, разработанные методологические принципы оценки устойчивости экологических систем при антропогенной деятельности человека позволяют в системе природопользования и природообустройства обеспечить экологическую безопасность, снизить ре-

сурсоемкость производства и повысить его экологическую устойчивость.

### Литература

1. Парфенова Н.И., Решеткина Н.М. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель, Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 1995, 358 с.
2. Вернадский В.И. Химическое строение Земли и ее окружения, М. Наука, 1987, 338 с.
3. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление, М, Наука, 1991, 271 с.
4. Теплицын В.Л. Концептуальная модель мелиорируемых земель // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995, №4 –с.21-23.
5. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане, Алматы, 1997, 358 с.
6. Козыкеева А.Т. Пути улучшения почвенно-мелиоративной и экологической обстановки в низовьях реки Сырдарья //Автореферат канд.т.н., Тараз, 1998, 24 с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати  
Кызылординский государственный университет им.Коркыт-Ата

### АГРОЛАНДШАФТЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ҚҰРАУДЫҢ ӨДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗІ

Техн.ғыл.докт.	Ж.С.Мұстафаев
Техн.ғыл.канд.	С.Өмірзақов
Техн.ғыл.канд.	Ә.Сағаев
Техн.ғыл.канд.	Ә.Т.Қозыкеева
	Н.Х.Ахметов
	Қ.Ж.Мұстафаев

Бұл жұмыста табиғи қорды пайдалану және табиғатты қайта үлестіру кезіндегі агроландшафтың экологиялық тұрақтылығын қамтамасыз етудің өдістемелік нұсқасы берілген.